

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

**BEST AVAILABLE COPY**

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11) Publication number: **11238238 A**

(43) Date of publication of application: **31.08.99**

(51) Int. Cl

**G11B 7/125**  
**G02B 3/00**  
**G02B 13/00**  
**G11B 7/00**  
**G11B 7/12**  
**G11B 7/135**  
**G11B 7/22**

(21) Application number: **10312370**

(22) Date of filing: **02.11.98**

(30) Priority: **06.11.97 JP 09304567**

(71) Applicant: **FUJI XEROX CO LTD**

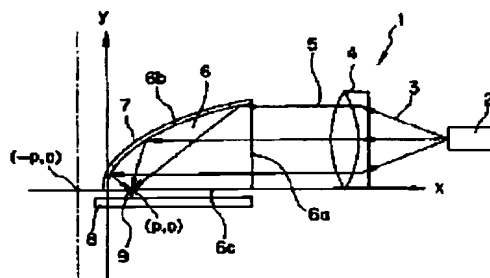
(72) Inventor: **KAMIYANAGI KIICHI**  
**BABA KAZUO**

**(54) OPTICAL HEAD AND OPTICAL DISK DEVICE**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide small-sized optical head and optical disk device capable of attaining high recording density and improving a data transfer rate.

**SOLUTION:** A laser beam 3 outgoing from a semiconductor laser 2 is shaped to parallel beams by a collimate lens 4 to be made incident on a first surface 6a of a transparent converging medium 6. The laser beam 5 made incident on the first surface 6a is reflected by a reflection film 7 formed on the outside of a second surface 6b, and is converged on a third surface 6c to form a light spot 9 on the third surface 6c. The beam converged on the light spot 9 leaks out as near field light to propagate to a recording medium 8, and optical recording or optical reproducing is performed.



COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-238238

(43)公開日 平成11年(1999) 8月31日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
G 1 1 B 7/125		G 1 1 B 7/125 B
G 0 2 B 3/00		G 0 2 B 3/00 Z
13/00		13/00
G 1 1 B 7/00		G 1 1 B 7/00 Q
7/12		7/12
審査請求 有 請求項の数36 O L (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21)出願番号 特願平10-312370

(22)出願日 平成10年(1998)11月2日

(31)優先権主張番号 特願平9-304567

(32)優先日 平9(1997)11月6日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72)発明者 上柳 喜一

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなかい富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 馬場 和夫

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなかい富士ゼロックス株式会社内

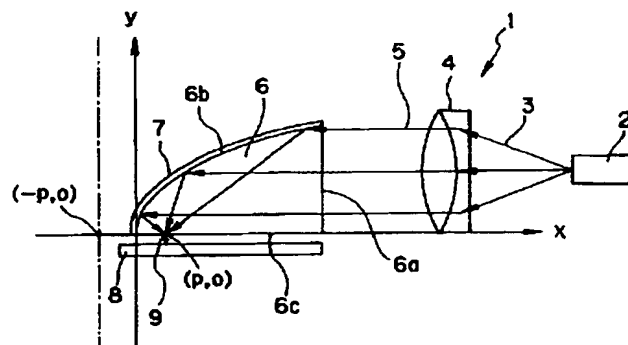
(74)代理人 弁理士 平田 忠雄

(54)【発明の名称】 光ヘッドおよび光ディスク装置

(57)【要約】

【課題】 小型で、高記録密度を可能とし、データ転送レートの向上を図った光ヘッドおよび光ディスク装置を提供する。

【解決手段】 半導体レーザ2からレーザビーム3を出射すると、そのレーザビーム3はコリメータレンズ4によって平行ビーム5に整形され、透明集光用媒体6の第1面6aに入射する。第1面6aに入射したレーザビーム5は、第2面6bの外側に形成された反射膜7で反射して第3面6c上に集束し、第3面6c上に光スポット9を形成する。光スポット9に集束した光が近接場光として漏れ出して記録媒体8に伝搬し、光記録あるいは光再生が行われる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光を出射するレーザ光出射手段と、前記レーザ光出射手段からの前記レーザ光が入射する第 1 面、外側に反射体が形成され前記第 1 面に入射した前記レーザ光を前記反射体で反射する第 2 面、および前記第 2 面で反射した前記レーザ光が集光して光スポットが形成される第 3 面を有する透明集光用媒体とを備えたことを特徴とする光ヘッド。

【請求項 2】 前記反射体は、反射膜である構成の請求項 1 記載の請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 3】 前記透明集光用媒体は、1 より大なる屈折率を有する構成の請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 4】 前記透明集光用媒体は、屈折率を  $n$ 、前記透明集光用媒体内の開口数を  $NA$  としたとき、 $n \cdot NA$  が 0.85 以上となるように構成された請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 5】 前記透明集光用媒体の前記第 1 面は、平面からなる構成の請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 6】 前記透明集光用媒体の前記第 3 面は、平面からなる構成の請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 7】 前記透明集光用媒体の前記第 2 面は、回転放物面の一部から構成され、前記反射体は、前記第 2 面に被着形成された金属膜である構成の請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 8】 前記透明集光用媒体の前記第 2 面は、球面の一部から構成され、前記反射体は、前記第 2 面に被着形成された金属膜である構成の請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 9】 前記透明集光用媒体の前記第 2 面は、回転放物面の一部から構成され、前記反射体は、回転放物面の一部をなすように形成された反射型ホログラムである構成の請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 10】 前記透明集光用媒体の前記第 2 面は、球面の一部から構成され、前記反射体は、球面の一部をなすように形成された反射型ホログラムである構成の請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 11】 前記透明集光用媒体の前記第 2 面は、平面から構成され、前記反射体は、平面状に形成された反射型ホログラムである構成の請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 12】 前記反射型ホログラムは、ポリウムホログラムにより構成された請求項 9, 10 または 11 記載の光ヘッド。

【請求項 13】 前記反射型ホログラムは、凹凸型のバイナリーホログラムにより構成された請求項 9, 10 または 11 記載の光ヘッド。

【請求項 14】 前記透明集光用媒体は、互いに密着し、同一の屈折率を有する第 1 の透明媒体と第 2 の透明媒体とからなり、

前記第 1 の透明媒体は、前記第 1 面および前記第 2 面を有し、

前記第 2 の透明媒体は、光ディスクの回転に伴って前記光ディスク上を浮上走査する浮上スライダであり、前記浮上スライダが前記第 3 面を有する構成の請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 15】 前記レーザ光出射手段は、前記レーザ光を出射する半導体レーザを備えた構成の請求項 1 記載の光ヘッド。

10 【請求項 16】 前記半導体レーザは、端面発光型半導体レーザである構成の請求項 15 記載の光ヘッド。

【請求項 17】 前記端面発光型半導体レーザは、活性層が前記透明集光用媒体の前記第 3 面に垂直となるように配置された構成の請求項 16 記載の光ヘッド。

【請求項 18】 前記端面発光型半導体レーザは、活性層が前記透明集光用媒体の前記第 3 面に平行となるように配置された構成の請求項 16 記載の光ヘッド。

【請求項 19】 前記半導体レーザは、面発光型半導体レーザである構成の請求項 15 記載の光ヘッド。

20 【請求項 20】 前記レーザ光出射手段は、前記レーザ光を出射するレーザ光源と、前記レーザ光源からの前記レーザ光を平行光に整形して前記透明集光用媒体の前記第 1 面に入射するコリメートレンズとを備えた構成の請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 21】 前記透明集光用媒体の前記第 1 面および前記第 3 面は、それぞれ平面からなり、互いに直交する構成の請求項 1 または請求項 20 記載の光ヘッド。

30 【請求項 22】 前記レーザ光出射手段は、前記レーザ光を出射するレーザ光源と、前記レーザ光源を移動させて前記光スポットが形成される位置を所定の方向に変位させる圧電素子とを備えた構成の請求項 1 記載の光ヘッド。

【請求項 23】 前記半導体レーザは、前記レーザ光を出射する先端付近に設けられ、電流が分割して、あるいは交互に印加されることにより、前記光スポットが形成される位置を所定の方向に変位させる一対の電極端子を備えたビーム走査型半導体レーザである構成の請求項 15 記載の光ヘッド。

40 【請求項 24】 回転する光ディスクと、前記光ディスク上にレーザ光を照射して、情報の記録あるいは再生を行う光ヘッドとを有する光ディスク装置において、前記光ヘッドは、

前記レーザ光を出射するレーザ光出射手段と、前記レーザ光出射手段からの前記レーザ光が入射する第 1 面、外側に反射体が形成され前記第 1 面に入射した前記レーザ光を前記反射体で反射する第 2 面、および前記第 2 面で反射した前記レーザ光が集光して光スポットが形成される第 3 面を有する透明集光用媒体とを備えたことを特徴とする光ディスク装置。

50 【請求項 25】 前記透明集光用媒体は、互いに密着し、

同一の屈折率を有する第1の透明媒体と第2の透明媒体とからなり、

前記第1の透明媒体は、前記第1面および前記第2面を有し、

前記第2の透明媒体は、前記光ディスクの回転に伴って前記光ディスク上を浮上走査する浮上スライダであり、前記浮上スライダが前記第3面を有し、

前記レーザ光出射手段、および前記光記録あるいは前記光再生に必要な光学系を前記浮上スライダ上に配置した構成の請求項23記載の光ディスク装置。

【請求項26】前記光ディスクは、凹凸状のビット列により情報が記録された再生専用媒体である構成の請求項24記載の光ディスク装置。

【請求項27】前記光ディスクは、光磁気記録媒体である構成の請求項24記載の光ディスク装置。

【請求項28】前記光ディスクは、光相変化記録媒体である構成の請求項24記載の光ディスク装置。

【請求項29】前記光ディスクは、色素の光吸収により凹凸ビットを形成する追記型記録媒体である構成の請求項24記載の光ディスク装置。

【請求項30】同軸上に所定の間隔を有して配置された回転する複数の光ディスクと、前記複数の光ディスク上にレーザ光を照射して、情報の記録あるいは再生を行う複数の光ヘッドとを有する光ディスク装置において、前記光ヘッドは、

前記レーザ光を出射するレーザ光出射手段と、

前記レーザ光出射手段からの前記レーザ光が入射する第1面、外側に反射体が形成され前記第1面に入射した前記レーザ光を前記反射体で反射する第2面、および前記第2面で反射した前記レーザ光が集光して前記光スポットが形成される第3面を有する透明集光用媒体とを備えたことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項31】回転する光ディスクと、前記光ディスク上にレーザ光を照射して、情報の記録あるいは再生を行う光ヘッドとを有する光ディスク装置において、前記光ヘッドを所定のトラッキング方向に移動する光ヘッド移動手段と、

前記レーザ光を出射する半導体レーザと、

前記半導体レーザを移動させて前記光スポットが形成される位置を前記所定のトラッキング方向に変位させる圧電素子と、

低周波域の誤差信号に基づいて前記光ヘッド移動手段を駆動し、高周波域の誤差信号に基づいて前記圧電素子を駆動する駆動手段とを備えたことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項32】前記半導体レーザは、前記レーザ光を出\*

$$D_{1/2} = k \lambda / (n \cdot NA)$$

ここに、k：光ビームの強度分布に依存する比例定数（通常0.5程度）

$\lambda$ ：波長

\* 射する先端付近に設けられ、電流が分割して、あるいは交互に印加されることにより、前記光スポットが形成される位置を所定のトラッキング方向に変位させる一対の電極端子を備えたビーム走査型半導体レーザである構成の請求項31記載の光ディスク装置。

【請求項33】光ディスク上にレーザ光を照射して、情報の記録あるいは再生を行う光ディスク装置において、前記光ディスクの記録面に平行にコリメートされた前記レーザ光を照射する照射手段と、

10 前記レーザ光を反射して前記光ディスク上に前記光スポットを形成する反射手段とを備えたことを特徴とする光ディスク装置。

【請求項34】前記反射手段は、前記照射手段からの前記レーザ光が入射する第1面、外側に反射体が形成され前記第1面に入射した前記レーザ光を前記反射体で反射する第2面、および前記第2面で反射した前記レーザ光が集光して前記光スポットが形成される第3面を有する透明集光用媒体を備えた構成の請求項33記載の光ディスク装置。

20 【請求項35】レーザ光を出射するレーザ光出射手段と、

前記レーザ光が入射する透明集光用媒体と、

前記透明集光用媒体に入射した前記レーザ光を前記透明集光用媒体の表面に集光して光スポットを形成する反射体を備えたことを特徴とする光ヘッド。

【請求項36】前記反射体は、前記透明集光用媒体の表面上に配置されてなることを特徴とする請求項35記載の光ヘッド。

【発明の詳細な説明】

30 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ヘッドおよび光ディスク装置に関し、特に、光スポットの微小化を図った光ヘッドおよび光ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスク装置においては、光ディスクはコンパクトディスク（CD）からデジタルビデオディスク（DVD）へと高密度・大容量化が進められているが、コンピュータの高性能化やディスプレイ装置の高精細化に伴い、ますます大容量化が求められている。

40 【0003】光ディスクの記録密度は、基本的には記録媒体上に形成される光スポットのサイズで抑えられる。対物レンズによって集光する場合、光スポットの光強度が1/2となるところの直径（光スポット径） $D_{1/2}$ は、次式(1)で与えられ、トラックの幅はほぼこれと等しくなる。

$$\dots (1)$$

n：光スポット位置の媒体の屈折率（通常空気であり、ほぼ1である。）

50 NA：対物レンズの開口数

【0004】従来の光ディスクで使われている対物レンズのNAは、0.5程度であるため、 $D_{1/2}$ は波長程度であった。また、上記式(1)から分かるように、微小の光スポットを得るためには、短波長化や対物レンズの高NA化が有効であり、それぞれの開発努力がなされている。DVDでは波長を0.65 $\mu$ mに短波長化し、また対物レンズのNAはCDの場合の0.45から0.6に上げられ、これらによりDVDではCDに対して約4倍の高密度化が達成できた。波長については、さらに緑や青色発光のレーザの開発が精力的になされている。一方、NAについては、0.6以上にすると光ディスクの傾きによる信号強度変動の影響が大きくなり、プラスチック基板を通して行う従来の光記録方式ではこれ以上にNAを上げることは難しい。このため、プラスチック基板を通さず、これとは逆の方向から、プラスチック基板上に形成された記録層に集光する方向へと移行しつつある。

【0005】上記の記録層にプラスチック基板を通さずに集光する光記録方式では、光スポット径を抜本的に縮める手段として、昨今、近接場光を用いる以下の2つの方式が提案されている。これらはいずれも顕微鏡の高解像度化の技術が光記録に応用されたものである。

【0006】第1の方式は、先端をテーパ状に細く(数十ナノメートル以下に)研磨した光プローブの先端から漏れ出す近接場光を記録に用いるものである。この方式では、プローブの加工が難しく安定しない、プローブが機械的衝撃に弱い、寿命が短い、光利用効率が1/1000以下と低い等といった問題が多く、実用化には多くの改良を要する。

【0007】第2の方式は、対物レンズの焦点付近に高屈折率透明媒体からなる半球状のレンズ(Solid Immersion Lens (以下、「SIL」と略す。))を置くことにより、そのSILの底部の中心部に微小の光スポットを形成し、それを用いて光記録を行うものであり、第1の方式に比べて比較的实现性が高い技術といえる。このSILの内部では光の波長はSILの屈折率に逆比例して短くなるため、光スポットもそれに比例して小さくなる。この光スポットに集光された光の大半はSILの半\*

$$D_{1/2} = k\lambda / (n \cdot NA_i) = k\lambda / (n^2 \cdot NA_o) \quad \dots(2)$$

ここに、 $NA_i$  : SIL54内部での開口数

$NA_o$  : SIL54への入射光のNA

【0010】しかし、このSuper SIL54への入射光のNA、すなわち入射角 $\theta$ の最大値 $\theta_{max}$ とSIL5の屈折率 $n$ には相反関係があり、両者を独立に大きくできる訳ではない。

【0011】図15は、鈴木氏がAsia-Pacific Data Storage Conference (Taiwan, '97.7.)の#OC-1において解析したものであり、Super SIL54の屈折率 $n$ と $NA_o$ の関係を示す(以下「従来例1」とい

う。)。同図から分かるように、SILの屈折率 $n$ を上

\* 球面に向かって全反射されるが、その一部はSIL外部の光スポット近傍に近接場光として漏れ出す。その近傍に(光の波長よりも十分小さい距離に)SILと同程度の屈折率を有する記録媒体を配置すると、近接場光がこの媒体とカップルして媒体内を伝播する伝播光となる。この光を用いて媒体に記録することにより、高密度の記録が可能となる。但し、対物レンズの収差はそのまま残るため、対物レンズの収差は十分低く抑える必要がある。このSILによる集光方式には、次に説明する2つの型がある。

【0008】図13は、第1の型の光ヘッドを示す。この光ヘッド50は、平行光51を集光する対物レンズ52と、この対物レンズ52からの収束光53に対して底面54aが直交するように配置された半球状のSIL54とを有する。平行光51が対物レンズ52に入射すると、平行光51は対物レンズ52により集光し、その対物レンズ52からの収束光53はSIL54の半球面54bに入射し、SIL54の底面54aの中心に集光して光スポット55が形成される。この光ヘッド50における光スポット55の直径は、SIL54の屈折率に逆比例して縮小される。この光スポット55に記録媒体56を近づけると、光スポット55近傍の近接場光は伝播光となって記録媒体56に入射する。

【0009】図14は、第2の型の光ヘッドを示す。この光ヘッド50は、平行光51を集光する対物レンズ52と、この対物レンズ52からの収束光53に対して底面54aが直交するように配置された平底球状のSIL54とを有する。SIL54は、対物レンズ52からの収束光53を屈折させてさらに集光させるように配置されている。SIL54を平行光51が半球面54bの中心54cから $r/n$ ( $r$ はSILの半径)の位置に集光するような構成にすることにより(Super SIL構造と称する。)、SIL54による球面収差が小さく、かつ、SIL54内部での開口数を図13に示す対物レンズ52の開口数の $n$ 倍に上げることができ、さらに光スポット55の微小化を図ることが可能になる。すなわち、光スポットは次式(2)のように微小化される。

げて行くと、入射光の $NA_o$ の採り得る最大値 $NA_{o\max}$ は次第に小さくなる。これは、最大値 $NA_{o\max}$ 以上に $NA_o$ が増加して入射角がさらに大きくなると、その光はSIL54を通らずに直接記録媒体56に入射するため、記録媒体56の位置における光スポット55が却って広がるからである。例えば、屈折率 $n=2$ のとき、 $NA_{o\max}$ は0.44であり、両者の積 $n \cdot NA_{o\max}$ は、両者のどのような組合せでも0.8~0.9までである。これは理論限界であり、実際にはそれよりもさらに小さな値(0.7~0.8)となる。

【0012】このSuper SILによる集光実験に

ついて、B. D. Terris他がAppl. Phys. Lett., Vol. 68, ('96), P. 141. において報告している（以下「従来例2」という。）。この報告によると、屈折率 $n=1.83$ のSuper SILを対物レンズと記録媒体の間に置き、波長 $0.83\mu\text{m}$ のレーザ光を集光することにより $0.317\mu\text{m}$ の光スポット径を得ている。すなわち、 $D_{1/2}=\lambda/2.3$ 相当の集光を達成しているが、この場合のNAは $0.4$ 、 $n \cdot \text{NA}_{\text{max}}$ は $0.73$ 程度である。また、この系を用いて従来の数倍の記録密度（ $3.8 \times 10^8 \text{ bits/cm}^2$ ）の可能性を検証している。

【0013】図16は、米国特許5,497,359号公報に記載された光ディスク装置（以下「従来例3」という。）を示す。この光ディスク装置500は、プラスチック基板501aに記録層501bを形成した光ディスク501と、基台502上に設けられ、光ディスク501を軸503により回転駆動するモータ504と、光ディスク501の記録層501b上を浮上走行する透明媒体からなる浮上スライダ505と、浮上スライダ505に取り付けられた半球状のSIL54と、半導体レーザの光ビームを整形し、集光する光学系、および光ディスク501からの反射光から自動焦点制御やトラッキング制御用の信号やデータ信号を生成する検出光学系部510と、検出光学系部510を支持するアーム506Aと、アーム506Aに取り付けられ、浮上スライダ505を支持するアーム506Bと、基台502上に設けられ、アーム506Aを駆動してSIL54と検出光学系部510とを同時にアクセスやトラッキングさせるヴォイスコイルモータ（VCM）507とを有する。

【0014】図17は、従来例3のSIL54および浮上スライダ505の詳細を示す。浮上スライダ505は、SIL54と同程度の屈折率を有する透明媒体で形成されている。浮上スライダ505を半球状のSIL54と貼り合わせてレーザ光を浮上スライダ505の下面に集光して光スポット55を形成する構造とすることにより、浮上スライダ505とSIL54とからSuper SILが構成される。

【0015】図18は、従来例3の検出光学系部510の詳細を示す。この検出光学系部510では、従来の最も一般的な光学系が採用されており、特にSIL54に合わせて改良されたものではない。すなわち、この検出光学系部510は、レーザ光511aを出射する半導体レーザ511と、半導体レーザ511からの出力光511aを平行光511bとするコリメータレンズ512と、半導体レーザ511からの出力光511bと光ディスク501からの反射光とを分離するビームスプリッタ513と、ミラー514と、アクチュエータ515で駆動されるとともに、半導体レーザ511からの平行光511cを光ディスク501上に集光する対物レンズ516Aと、光ディスク501からの反射光をビームスプ

リッタ513で入射光と分離した後、レンズ516Bを介して入力する光検出器517と、光検出器517から出力されるデータ信号（DAT）や制御用の信号（FES, TES）を増幅して出力するアンプ518とを有する。SIL54は、直径2mmのものが用いられており、製造上は妥当なサイズであるが、この場合、対物レンズ516Aの位置でのビーム径は約4mmとなる。従って、検出光学系部510の各光学系部品512, 513, 514, 516A, 516Bの有効開口はビーム径と同程度の4mm以上のものが必要となる。

【0016】また、この光ディスク装置500は、VCM507のみの1段制御によりトラッキング制御を行い、対物レンズ516Aをアクチュエータ515で駆動する自動焦点制御を行っている。焦点深度はNAの自乗、 $n$ の3乗に逆比例して減少するので、SIL54を用いた集光の場合の焦点深度は $0.2\mu\text{m}$ 以下と小さくなる。一方、対物レンズ516AとSIL54間は収束ビームとなるので、温度変動によるこの間隔の伸縮が生じるため、焦点ずれが生じる。さらに温度によってレーザの発振波長が変動するため、対物レンズ516Aの色収差によりやはり焦点ずれが生じる。このため、高精度の自動焦点制御を行うことにより、上記焦点ずれの発生を防いでいる。

【0017】ところで、光学系にSILを用いた光ディスク装置では、光ヘッドが記録媒体上を近接浮上して走行するため、光ディスクを固定・非可換として用いる用途が適するが、この場合、磁気ハードディスクが競合となる。このため、記録容量やデータ転送レートだけでなく、ディスクを積層し、マルチヘッド・マルチディスクとした場合の体積記録密度の高いことが必須となる。最新のハードディスクの場合、ディスク間隔は3mm以下であるため、光ヘッドの高さをハードディスクのヘッド並み（2mm程度以下）に縮小する必要がある。

【0018】図19は、このような光ヘッドの小型化の要求に対応してなされたものであり、上記米国特許5,497,359号公報に記載された光ヘッド（以下「従来例4」という。）を示す。この光ヘッド50は、SIL54、対物レンズ516Aおよび半導体レーザや検出光学系を浮上スライダ505上に一体化して浮上走行させたものである。同図では、半導体レーザや検出光学系をまとめて単一ブロック520として図示され、ブロック520は、取付部材521によって浮上スライダ505に取り付けられている。対物レンズ516Aとブロック520との距離を短くして温度変化の影響を少なくしているので、自動焦点制御機構が不要となり、小型化が図れる。

【0019】一方、軽量化された従来の光ヘッドとして、文献「Digest of Optical Data Storage ('93)P.93.」に示されたものがある（以下「従来例5」という。）。この光ヘッドは、半導体レーザと検出部とを対

物レンズ部から分離して固定とし、対物レンズ部のみをVCMで走行させる分離型光学系を採用したものであり、VCMを低周波域のトラッキングに用い、ガルバノミラーを高周波域のトラッキングに用いた2段制御によりトラッキングを行っている。これにより、対物レンズを含む可動部の重量はVCMを含めて7gと軽量化することができる。また、2段制御によるトラッキングにより周波数帯域を約30kHz（利得は約80dB）まで拡大することができる。

【0020】図20は、文献「日経エレクトロニクス誌(No. 699、P. 13、'97.9.22)」に記載された従来の光ディスク装置（以下「従来例6」という。）を示す。この光ディスク装置500は、ガルバノミラーをトラッキングに採用した分離光学系を有しており、光ディスク501上を浮上走行する浮上スライダ505と、浮上スライダ505に搭載されたSIL（図示せず）と対物レンズ530および立ち上げミラー531と、浮上スライダ505を支持するアーム532と、アーム532を駆動するVCM533と、固定光学系534と、固定光学系534からの光を対物レンズ530に導くミラー535とを有する。分離光学系を採用することにより、従来例5と同様に、可動部の軽量化が図れ、トラッキングの周波数帯域を拡大できる。

#### 【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来例1および従来例2によると、SILの屈折率 $n$ と最大 $NA_{max}$ とに相反関係があるため、両者の積 $n \cdot NA_{max}$ の理論限界は0.8~0.9であり、実際には0.7~0.8に抑えられ、光スポット径が大きく、高密度化が図れないという問題がある。

【0022】また、従来例3の光ディスク装置500によると、SIL54は直径が2mmのものをを用いているため、ビーム直径が約4mm必要となり、さらに、対物レンズ516Aは低収差・低色収差のものが必要であるため、レンズサイズ（直径ないし高さ）が大きくなることから、光学系が大型化する。また、SIL54に入射するビームに収束ビームを用いているため、温度変動によって収束点が変化することから、自動焦点制御機構を必要とする。従って、光ヘッドの重量が10g以上と重く、高さが10mm程度と高くなり、光ディスク501を重ねた場合の間隔が大きくなって大容量化が難しく、磁気ハードディスクに比べて体積容量を高くできないという問題がある。すなわち、SIL54の直径を小さくすることにより、光学系全体を縮小することは可能であるが、それとともに浮上スライダ505の厚さを薄くしなければならないため、限度がある。つまり、浮上スライダ505の厚さは、中心から集光点までの距離 $r/n$ にほぼ等しくなるが、屈折率が2の媒体を使用すると、半径0.5mmのとき、浮上スライダ505の厚さは250 $\mu m$ で機械的強度を保つほぼ限界の厚さとなり、

これ以上にSIL54の半径を小さくすることは難しい。また、光ヘッドの重量が10g以上と重くなると、高速のトラッキングができず、データ転送レートを上げることができないという問題がある。

【0023】また、従来例4の光ヘッド50によると、実際には、光ヘッド50の小型化は難しく、自動焦点制御機構が必要となるため、従来例3と同様に、光ヘッド50の高さが大きくなり、大容量化が難しいという問題がある。すなわち、実際にはトラッキング制御用の信号やデータ信号を生成するための光学系が必要である。さらに、縦方向に光学系を積み上げているため、取付部材521の剛性を保つ必要から光学系が大きくなり、これらのことからこのタイプの光ヘッド50では実際にはあまり小型化はできず、10mm近くの高さが必要となる。さらに、この光ヘッド50では光学系が有限系であるため、半導体レーザから対物レンズ516Aまでの距離を対物レンズ516Aと焦点までの距離と同程度としても、平行ビームを集光する場合のほぼ2倍、すなわち像面側のNAを0.5程度とすると、NAが1に近い対物レンズ516Aが必要となり、非現実である。このNAの問題を軽減しようとする、半導体レーザから対物レンズ516Aまでの距離を長くせざるを得ず、光ヘッドのサイズは大きくなる。また、自動焦点制御は必要ないとしているが、光学系が有限系であるため光学系支持部材の温度変動による伸縮の影響を受けやすく、また、レーザの波長変動による焦点ずれの補正も必要であり、実際には自動焦点制御機構を取り除くことは困難である。

【0024】また、従来例5の光ヘッドによると、ガルバノミラーでは高周波域に限界があり、高データ転送レートが図れないという問題がある。すなわち、光スポットが微細化されるに比例してトラック幅は狭くなり、それに伴いさらに高速・高性能のトラッキング制御が必要となる。トラック幅は、DVDに見るように通常光スポット径 $D_{1/2}$ の7割程度のサイズとなる。従って、 $D_{1/2}$ がポットサイズ0.31 $\mu m$ の場合はトラック幅は0.2 $\mu m$ となり、さらに青色レーザ（410nm）を用いた場合はトラック幅は0.1 $\mu m$ 以下となる。一方、トラッキング精度は通常、トラック幅の1/10程度で行う必要があり、言い換えれば、 $\pm 0.01\mu m$ の精度のトラッキングが必要となる。また、光ディスクでは予めトラックをスタンピングによって形成しているので、プロセス中に±数十ミクロンのトラック偏心が生じる。このトラックを $\pm 0.01\mu m$ の精度でトラッキングするためには、 $\pm 0.01\mu m$ のトラッキング誤差を検知して、±数十ミクロンの追従を行う訳であり、制御系としては80dBの利得が必要となる。また、トラッキングの制御系は2次系であり、-40dB/桁で帯域が伸びるため、回転数を通常の3600rpmとし、この回転ディスクに対して0.01 $\mu m$ のトラッキングを

行うためには、200kHz程度の周波数帯域が必要となる。すなわち、上記に例示したようにガルバノミラーを用いても帯域は30kHzであり、1段制御でトラッキングを行うことは困難であり、回転速度を1桁以上上げるか、ガルバノミラーよりも軽量・高性能の駆動機構を用いる必要がある。高密度化とともに高いデータ転送レートが求められることは当然であるが、回転速度を下げることは、それに比例してデータ転送レートを低下させることになり問題である。

【0025】また、従来例6の光ディスク装置500によると、光ヘッドの移動に伴うビーム位置ずれを低減するために、ビーム直径を4～5mmとしているため、従来例3と同様に、光ヘッドの高さは10mm近くとなり、光ディスク501を重ねた場合、間隔を大きく取らねばならず、大容量化が難しい。また、波長は68nmと上記の例に比べて約2割短波長化されているにもかかわらず、トラックピッチは0.34μmと、この系でのスポット径の理論値0.2μmに比べて大きく設計されており、SILの利点が十分生かされていない。

【0026】上述したそれぞれの問題は、SIL単独では十分に集光できず、対物レンズとの組合せで2段階の集光が必要になるところから来るものであり、SILを用いた光ヘッドの本質的な問題である。

【0027】従って、本発明の目的は、小型で、高記録密度を可能とし、データ転送レートの向上を図った光ヘッドおよび光ディスク装置を提供することにある。

【0028】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するため、レーザ光を出射するレーザ光出射手段と、前記レーザ光出射手段からの前記レーザ光が入射する第1面、外側に反射体が形成され前記第1面に入射した前記レーザ光を前記反射体で反射する第2面、および前記第2面で反射した前記レーザ光が集光して光スポットが形成される第3面を有する透明集光用媒体とを備えたことを特徴とする光ヘッドを提供する。また、本発明は、上記目的を達成するため、回転する光ディスクと、前記光ディスク上にレーザ光を照射して、情報の記録あるいは再生を行う光ヘッドとを有する光ディスク装置において、前記光ヘッドは、前記レーザ光を出射するレーザ光出射手段と、前記レーザ光出射手段からの前記レーザ光が入射する第1面、外側に反射体が形成され前記第1面に入射した前記レーザ光を前記反射体で反射する第2面、および前記第2面で反射した前記レーザ光が集光して光スポットが形成される第3面を有する透明集光用媒体とを備えたことを特徴とする光ディスク装置を提供する。また、本発明は、上記目的を達成するため、同軸上に所定の間隔を有して配置された回転する複数の光ディスクと、前記複数の光ディスク上にレーザ光を照射して、情報の記録あるいは再生を行う複数の光ヘッドとを有する光ディスク装置において、前記光ヘッドは、前記

レーザ光を出射するレーザ光出射手段と、前記レーザ光出射手段からの前記レーザ光が入射する第1面、外側に反射体が形成され前記第1面に入射した前記レーザ光を前記反射体で反射する第2面、および前記第2面で反射した前記レーザ光が集光して前記光スポットが形成される第3面を有する透明集光用媒体とを備えたことを特徴とする光ディスク装置を提供する。また、本発明は、上記目的を達成するため、回転する光ディスクと、前記光ディスク上にレーザ光を照射して、情報の記録あるいは再生を行う光ヘッドとを有する光ディスク装置において、前記光ヘッドを所定のトラッキング方向に移動する光ヘッド移動手段と、前記レーザ光を出射する半導体レーザと、前記半導体レーザを移動させて前記光スポットが形成される位置を前記所定のトラッキング方向に変位させる圧電素子と、低周波域の誤差信号に基づいて前記光ヘッド移動手段を駆動し、高周波域の誤差信号に基づいて前記圧電素子を駆動する駆動手段とを備えたことを特徴とする光ディスク装置を提供する。また、本発明は、上記目的を達成するため、光ディスク上にレーザ光を照射して、情報の記録あるいは再生を行う光ディスク装置において、前記光ディスクの記録面に平行にコリメートされた前記レーザ光を照射する照射手段と、前記レーザ光を反射して前記光ディスク上に前記光スポットを形成する反射手段とを備えたことを特徴とする光ディスク装置を提供する。また、本発明は、上記目的を達成するため、レーザ光を出射するレーザ光出射手段と、前記レーザ光が入射する透明集光用媒体と、前記透明集光用媒体に入射した前記レーザ光を前記透明集光用媒体の表面に集光して光スポットを形成する反射体を備えたことを特徴とする光ヘッドを提供する。

【0029】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の第1の実施の形態に係る光ヘッドを示す。この光ヘッド1は、レーザビーム3を出射する半導体レーザ2と、半導体レーザ2の出力光3を平行ビーム5に整形するコリメータレンズ4と、平行ビーム5を集光する透明集光用媒体6と、透明集光用媒体6の後述する第2面6bの表面に被着形成された反射膜7と、透明集光用媒体6の後述する第3面6c近傍に配置された記録媒体8とを有する。

【0030】透明集光用媒体6は、平行ビーム5が入射する第1面6a、第1面6aに入射したレーザビーム5を反射する第2面6b、および第2面6bで反射したレーザビームが集光する第3面6cからなる。第2面6bの表面に被着形成された反射膜7は、第1面6aに入射したレーザビーム5を反射して第3面6c上に光スポット9を形成する。

【0031】第2面6bは、透明集光用媒体6内部でのNAを大きくするとともに、3面6cに微小の光スポット9を形成するため、回転放物面の一部を用いている。回転放物面の断面(6b)の主軸をx軸に、垂直軸をy



軸に採り、焦点位置を  $(p, 0)$  とすると、断面  $(6 \times b)$  は、

$$y^2 = 4px$$

で表される。また、回転放物面を用いて透明集光用媒体6の内部で集光する場合、原理的に無収差の集光が可能であり（光学：久保田広、岩波書店、P.283）、単一の集※

$$D_{1/2} = k\lambda / (n \cdot NA_i)$$

ここに、 $NA_i$ ：透明集光用媒体6内部での開口数

【0032】次に、上記光ヘッド1の動作を説明する。半導体レーザー2からレーザービーム3を出射すると、そのレーザービーム3はコリメータレンズ4によって平行ビーム5に整形され、透明集光用媒体6の第1面6aに入射する。第1面6aに入射したレーザービーム5は、第2面6bの外側に形成された反射膜7で反射して第3面6c上に集束し、第3面6c上に光スポット9を形成する。光スポット9に集束した光が近接場光として漏れ出して記録媒体8に伝搬し、光記録あるいは光再生が行われる。なお、第3面6c上に光スポットを形成するためには、その焦点深度内に第3面が位置するように、第2面を形成すればよい。

【0033】上記構成の光ヘッド1によれば、以下の効果が得られる。

(イ) 回転放物面の焦点位置の  $p$  を  $p = 0.125\text{mm}$  とし、回転放物面の上端を  $(x, y) = (2\text{mm}, 1\text{mm})$  とすると、この上端からの収束角は60度以上が得られ、この第3面6cのNAは0.98となり、従来のDVDにおけるNA=0.6の1.6倍以上に大きくすることができた。

(ロ) 高NAが得られることから、光スポット9の微小化が可能になる。

(ハ) 反射型の集光のため、色収差が生じない。

(ニ) 本実施の形態の光学系は、いわゆる無限系、すなわちコリメータレンズ4と透明集光用媒体6との間のレーザービーム5は平行となっているため、温度変動に対する焦点位置ずれが小さい。

(ホ) 光学系が記録媒体8に沿って配置できるので、光ヘッド1の高さを低くすることができ、光ディスクを複数枚重ねて使用する場合に、大容量化を図ることができる。なお、反射層7にポリウムホログラムや凹凸のバイナリーホログラム等の反射型ホログラムを用いてもよい。

【0034】図2は、本発明の第2の実施の形態に係る光ヘッドを示す。この光ヘッド1は、透明透明集光用媒体6の第2面6bを平面とし、反射層7にポリウムホログラムや凹凸のバイナリーホログラム等の反射型ホログラムを用いたものであり、他は第1の実施の形態と同様に構成されている。透明透明集光用媒体6の第2面6aを平面とすることにより、生産性を上げることが可能になる。

【0035】図3は、本発明の第3の実施の形態に係る光ヘッドを示す。この光ヘッド1は、透明透明集光用媒

…(3)

※ 光面により微小スポット9に集光することが可能になる。この場合の光スポット径  $D_{1/2}$  はSILの場合と同様に次式(4)で与えられる。

…(4)

体6の第2面6bに球面の一部を用い、反射層7にポリウムホログラムや凹凸のバイナリーホログラム等の反射型ホログラムを用いたものであり、他は第1の実施の形態と同様に構成されている。第2面6bに球面を用いた場合、若干集光性は劣るが、反射層7に反射型ホログラムを用いることにより、集光性能を上げることが可能になる。なお、反射層7としてAl等の金属を透明集光用媒体6の第2面6bに蒸着してもよい。

【0036】図4(a)は、本発明の第1の実施の形態に係る光ディスク装置を示し、同図(b)は、同図(a)のA-A断面図である。この光ディスク装置10は、円盤状のプラスチック板120の一方の面にGeSbTe相変化材料からなる記録層121が形成され、図示しないモータによって回転軸11を介して回転する光ディスク12と、光ディスク12の記録層121に対し光記録/光再生を行う光ヘッド1と、光ヘッド1をトラッキング方向13に移動させるリニアモータ14と、リニアモータ14側から光ヘッド1を支持するサスペンション15と、光ヘッド1を駆動する光ヘッド駆動系16と、光ヘッド1から得られた信号を処理するとともに、光ヘッド駆動系16を制御する信号処理系17とを有する。

【0037】リニアモータ14は、トラッキング方向13に沿って設けられた一対の固定部14A、14Aと、一対の固定部14A、14A上を移動する可動コイル14Bとを備える。この可動コイル14Bから上記サスペンション15によって光ヘッド1を支持している。

【0038】図5は、光ディスク12の詳細を示す。この光ディスク12は、光ヘッド1によって形成される光スポット9の微小化に対応して高記録密度化を図ったものである。プラスチック板120は、例えば、ポリカーボネート基板等が用いられ、その一方の面にグルーブ部12aが形成される。この光ディスク12は、プラスチック板120のグルーブ部12aが形成された側の面に、Al反射膜層(100nm厚)122、SiO<sub>2</sub>層(100nm厚)123、GeSbTe記録層(15nm厚)121、SiN保護層(50nm厚)124を積層したものである。本実施の形態では、ランド部12bに情報が記録しており、トラックのピッチは0.25μm、グルーブ部12aの深さは約0.1μmとしている。マーク長は0.13μm、記録密度は19Gbits/inch<sup>2</sup>であり、12cmディスクでは27GBの記録容量に相当し、従来の7.6倍に高記録密度化できた。

【0039】図6は、光ヘッド1を示し、同図(a)はそ

の側面図、同図(b)はその平面図である。光ヘッド1は、光ディスク12上を浮上する浮上スライダ18を有し、この浮上スライダ18上に、レーザビーム3を出射する端面発光型半導体レーザ19と、端面発光型半導体レーザ19を上下方向に移動させることにより、光スポット9を同図9'で示すようにトラッキング方向13に変位させる圧電素子20と、半導体レーザ19から出射されたレーザビーム3を平行光ビーム5に整形するコリメータレンズ4と、圧電素子20およびコリメータレンズ4を浮上スライダ18上に固定する熔融石英板21と、半導体レーザ19からの平行光ビーム5と光ディスク12からの反射光とを分離する偏光ビームスプリッタ22と、半導体レーザ19からの平行光ビーム5の直線偏光を円偏光にする1/4波長板23と、半導体レーザ19からの平行光ビーム5を集光する透明集光用媒体6と、透明集光用媒体6の第2面6bの外側にA1等の金属で蒸着形成された反射層7と、光ディスク12からの反射光をビームスプリッタ22を介して入力する光検出器24とを各々配置している。また、全体はヘッドケース25内に収納され、ヘッドケース25は、サスペンション15の先端に固定されている。

【0040】透明集光用媒体6は、例えば、屈折率 $n=1.91$ を有する重フリントガラスからなり、高さ1mm、長さ2mmを有する。この透明集光用媒体6は、図1、図2および図3に示す透明集光用媒体6と同様に、第1面6aおよび第2面6bを有するが、浮上スライダ18を透明集光用媒体6と等しい屈折率を有する透明媒体から構成し、浮上スライダ18の下面16aが第3面6bに相当するように構成されており、浮上スライダ18の下面16aに光スポット9が形成される。

【0041】図7は、浮上スライダ18の裏面を示す。浮上スライダ18は、下面18aに形成される光スポット9周辺部以外の部分に負圧を生じるように溝18bを形成している。この溝18bによる負圧とサスペンション15のばね力との作用によって光スポット9と光ディスク12との間隔が、浮上量として一定に保たれる。本実施の形態では、浮上量は約 $0.1\mu\text{m}$ である。なお、下面18aが摺動面となる。

【0042】図8は、端面発光型半導体レーザ19および圧電素子20を示す。端面発光型半導体レーザ19は、例えば、AlGaInPからなり、波長 $630\text{nm}$ のレーザビーム3を出射するものである。半導体レーザ19の活性層190は、光ディスク12の面に対して垂直に配置している。端面発光型半導体レーザ19は、活性層190の面に平行な面におけるビーム広がり角 $\theta_h$  (図6(b)参照)は $8\sim 10$ 度と活性層190の面に直交する面におけるビーム広がり角 $\theta_v$  (図6(a)参照)の $25\sim 30$ 度に比べて $1/2$ 以下と小さい。一方、回転放物面を有する透明集光用媒体6の開口は、上下方向が、左右方向の $1/2$ であり、半導体レーザ19を上記

のように配置することにより、殆ど光損失なしに、レーザ光を透明集光用媒体6に入射することが可能になる。端面発光型半導体レーザ19を用いることにより、小型(例えば $0.3\times 0.4\times 0.4\text{mm}$ )で軽量(例えば $0.5\text{mg}$ 以下)のレーザ光源となり、光ヘッド1の小型・軽量化を図ることができる。

【0043】圧電素子20は、電極端子200、200に接続された複数の電極膜201と、電極膜201間に形成された多層PZT薄膜(厚さ約 $20\mu\text{m}$ )202とからなる。この圧電素子20は、上記の熔融石英板21に被着し、さらにその上に半導体レーザ19を重ねている。半導体レーザ19の重量は $0.5\text{mg}$ 以下と軽いため、半導体レーザ19を支持する系の共振周波数を $300\text{kHz}$ 以上にでき、電極端子200、200間への印加電圧5Vで $0.5\mu\text{m}$ 以上の変位が得られた。この圧電素子20による半導体レーザ19の上下走査により第3面6c上での光スポット9をトラッキング方向13に走査することができる。

【0044】光ヘッド駆動系16は、記録時に、半導体レーザ19の出力光を記録信号により変調することにより、記録層121に結晶/アモルファス間の相変化を生じさせ、その間の反射率の違いとして記録し、再生時には、半導体レーザ19の出力光を変調せずに、連続して照射し、記録層121での上記の反射率の違いを反射光の変動として光検出器24により検出するようになっている。

【0045】信号処理系17は、光検出器24が検出した光ディスク12からの反射光に基づいてトラッキング制御用の誤差信号およびデータ信号を生成し、誤差信号をハイパスフィルタとローパスフィルタによって高周波域の誤差信号と低周波域の誤差信号を形成し、これらの誤差信号に基づいて光ヘッド駆動系16に対しトラッキング制御を行うものである。ここでは、トラッキング用の誤差信号をサンプルスーボ方式(光ディスク技術、ラジオ技術社、P.95)によって生成するようになっており、このサンプルスーボ方式は、千鳥マーク(Wobbled Track)を間欠的にトラック上に設け、それからの反射強度の変動から誤差信号を生成する方式である。また、トラッキング制御は、低周波域の誤差信号に基づいてリニアモータ14を制御し、高周波域の誤差信号に基づいて圧電素子20を制御する2段制御により行うようになっている。サンプルスーボ方式の場合、記録信号とトラッキング誤差信号とは時分割的に分離されているので、両者の分離は再生回路におけるゲート回路によって行う。なお、グループ部12aからの反射光との干渉を利用するプッシュプル方式で誤差信号を生成してもよい。

【0046】上述したようにサンプルスーボ方式の採用により記録信号とトラッキング誤差信号とは時分割的に分離されているので、光検出器24としては、分割型のものは必要なく、例えば、 $1\text{mm}$ 角のPINフォトダイ

オードを用いることができる。光検出器24として分割型である必要がないため、検出系を大幅に簡素・軽量化できる。

【0047】次に、この光ディスク装置10の動作を説明する。光ディスク12は、図示しないモータによって所定の回転速度で回転し、浮上スライダ18は、光ディスク12の回転によって発生する負圧とサスペンション15のばね力との作用によって光ディスク12上を浮上走行する。光ヘッド駆動系16による駆動によって端面発光型半導体レーザ19からレーザビーム3が射出されると、半導体レーザ19の出力光3は、コリメータレンズ4により平行光ビーム5に整形された後、偏光ビームスプリッタ22および1/4波長板23を通り、透明集光用媒体6の第1面6aに入射する。平行光ビーム5は、1/4波長板23を通過する際に、1/4波長板23によって直線偏光から円偏光に変わる。透明集光用媒体6の第1面6aに入射した円偏光の平行光ビーム5は、第2面6bに被着形成された反射層7で反射して浮上スライダ18の下面18aに集光する。浮上スライダ18の下面18aに微小の光スポット9が形成される。この光スポット9からは、浮上スライダ18の下面18aの外側に近接場光が漏れ出し、この近接場光が光ディスク12の記録層121に伝搬して光記録あるいは光再生が行われる。光ディスク12で反射した反射光は、入射光の経路を逆にたどり、透明集光用媒体6の第2面6bに被着形成された反射層7で反射して偏光ビームスプリッタ22で90度方向に反射し、光検出器24に入射する。信号処理系17は、光検出器24に入射した光ディスク12からの反射光に基づいてトラッキング制御用の誤差信号およびデータ信号を生成し、誤差信号に基づいて光ヘッド駆動系16に対しトラッキング制御を行う。

【0048】上記構成の光ディスク装置10によれば、以下の効果が得られる。

(イ) 透明集光用媒体6の第2面6bでの最大反射角が60度となり、NAは0.86が得られ、この結果、スポット径 $D_{1/2}$ 約0.2 $\mu\text{m}$ の微小の光スポット9が得られ、超高密度(19Gbits/inch<sup>2</sup>)の光記録/光再生が可能になった。

(ロ) 自動焦点制御を行わずに記録再生ができるため、自動焦点制御機構が不要となり、光ヘッド1の重量を大幅に減らすことができ、小型化が図れた。すなわち、光ヘッド1のサイズは、高さ2mm、幅3mm、長さ6mm、重量は0.2gと軽量となった。このため、リニアモータ14の可動コイル14Bとサスペンション15を含めて可動部の重量を1.0g以下にできた。この結果、リニアモータ14のみで帯域30kHz以上、利得60以上が得られた。

(ハ) 温度変動に対する焦点位置ずれが小さい。

すなわち、焦点ずれの主要原因は温度変動であるが、本実

施の形態では光学系の殆どの部分でレーザビームは平行光であり、この部分では熱膨張による焦点ずれは生じない。焦点ずれを起こす可能性のある箇所は、半導体レーザ19からコリメータレンズ4までの部分とフリントガラスからなる透明集光用媒体6による集光部分である。フリントガラスの線膨張係数は $9 \times 10^{-6}$ 程度以下であり、光ディスク装置10の使用温度範囲(10~50℃)での集光部の長さの変化は最大0.4 $\mu\text{m}$ である。また、この膨張は等方的に生じるため、これによる焦点位置ずれは線膨張の1桁小さく、これによる焦点ずれは無視できた。前者のコリメータ部については、コリメータレンズ4に色収差補正を行うことと、コリメータレンズ4と半導体レーザ19を低線膨張係数の熔融石英板(線膨張係数は $5 \times 10^{-7}$ )21により接続してその間の距離変動を抑えた。この部分による焦点位置ずれは、温度変動40度の範囲で0.02 $\mu\text{m}$ 以下であり、焦点深度0.2 $\mu\text{m}$ に対して十分無視できる範囲であった。

【0049】図9は、トラッキング制御特性を示す。このリニアモータ14と圧電素子20による2段制御により、同図の26に示すように200kHzの帯域が得られ、高速回転時(3600rpm)下において0.01 $\mu\text{m}$ の精度でトラッキングを行うことができた。27はリニアモータ14の応答特性であり、両者を合成して2段制御することにより、80dB以上の利得28が得られた。また、12cmのディスクにおいて10ms以下の平均シーク速度を達成した。これにより、3600rpm回転時のアクセス時間は20ms以下となる。

【0050】図10は、本発明の第2の実施の形態に係る光ディスク装置を示す。第1の実施の形態では、シーク動作にリニアモータ14を使用したのが、この第2の実施の形態では、ハードディスクに使用する回転型リニアモータ30を使用したものである。光ヘッド1は回転軸31に回転可能に支持されたサスペンション31によって回転型リニアモータ30に接続されている。このような構成とすることにより、回転型リニアモータ30は光ディスク12の外側に配置できるため、光ヘッド1をさらに薄型にでき、光ディスク装置10全体を小型化できる。また、これにより、ディスクを高速(3600rpm)に回転することができ、平均50Mbps以上のデータ転送レートが可能になる。また、この装置では、トラッキング方向は、半導体レーザの光出力方向と垂直になるため、トラッキングのためには、半導体レーザあるいはその出力ビームを半導体レーザの光出力方向と垂直な方向に走査しなければならないことは、言う迄もない。

【0051】図11は、本発明の第3の実施の形態に係る光ディスク装置を示す。この光ディスク装置は、第1の実施の形態の透明集光用媒体6を用いた光ヘッド1を、5枚重ねのディスクスタック型の光ディスク装置に適用したものであり、プラスチック基板41の上下面に記録媒体42、42がそれぞれ被着された5枚の光ディ

スク40と、各光ディスク40の記録媒体42上を浮上走行する10個の光ヘッド1と、回転軸43によって光ヘッド1を回転可能に支持するサスペンション44と、サスペンション44を駆動する回転型リニアモータ45とを有する。記録媒体42としては、相変化型の媒体でも光磁気型の媒体でもよい。回転型リニアモータ45は、サスペンション44が直結された可動片45aと、ヨーク45bによって連結され、可動片45aを駆動する電磁石45c、45cとからなる。この光ヘッド1の構造は、基本的には第1の実施の形態と同様であり、回転放物面を有する透明集光用媒体6とAlGaInN系のレーザ(410nm)を使用しており、スポット径は0.2μmである。ディスク径は12cm、トラックピッチとマーク長はそれぞれ0.16μm、0.19μmであり、片面の容量は60GB、全体では1.2TBである。

【0052】図12(a)、(b)は、この第3の実施の形態に係る半導体レーザを示す。この半導体レーザ46は、ビーム走査型半導体レーザであり、基板460を有し、その上面に上部電極461、下面に下部電極462、中央に活性層463をそれぞれ形成したものである。活性層463の発振狭窄部の主部464aと先端部464bの幅はそれぞれ3μm、5μmであり、長さはそれぞれ300μm、50μmである。上部電極461は、主部電極461aと、左右一对の先端部電極461b、461bとからなる。活性層463の発振部は発振狭窄部464a、464bにより狭窄され、先端部電極461b、461bに分割して、あるいは交互に電流を流すことにより、出力光ビームは左右に走査される。この走査幅は1μm、走査周波数は30MHzまで可能である。このレーザビーム走査とリニアモータ45により2段制御のトラッキングを行った。また、トラッキング制御用の誤差信号の生成は、レーザビームのウォブリング法により行った。すなわち、レーザビームを高速(10MHz)に0.03μm左右走査することにより、記録面上での光スポットはコリメータレンズと透明集光用媒体のNA比に比例して、約0.01μmウォブリングされる。これにより、記録トラックからの反射信号が変調され、その変調信号を走査周波数に同期して検波することにより、誤差信号が生成される。

【0053】上記構成によれば、レーザビームを高速左右走査することで、機械的な可動部なしの高速トラッキングが可能になった。また、回転型リニアモータ45を用いることにより、平均シーク時間は第1の実施の形態と同様に10ms以下を実現することができた。さらに、透明集光用媒体6を用いることにより、小型で1TB以上の超大容量で、高速の光ディスク装置が可能になった。

【0054】なお、本発明は、上記実施の形態に限定されず、種々な変形が可能である。例えば、トラッキング

制御用の誤差信号の生成には、上記実施の形態では、サンプルサーボ方式を用いたが、周囲的に記録トラックを蛇行させて、それによる反射光の変調を蛇行周波数に同期させて検出し、誤差信号を生成するウォブルドトラック方式を用いてもよい。また、例えば、再生時のようにビームパワーが小さくてもよい場合には、透明集光用媒体に入射させるレーザ光をコリメートレンズによってコリメートしなくてもよい。また、再生専用ディスクのトラッキングには、CDで行われているように3スポット方式を用いることも可能である。すなわち、コリメータレンズと偏光ビームスプリッタの間に回折格子を挿入し、かつ、その±一次光それぞれのディスクからの反射光を検出する光検出素子を主ビーム検出用素子の両側に配置し、その出力の差分を取ることで、誤差信号の生成が可能となる。また、記録トラック側面部からの回折光の左右のアンバランスを検出して誤差信号を生成するプッシュプル型の制御を行うことも可能である。この場合はその回折光を2分割型の光検出素子に入射し、その差出力誤差信号を生成する。しかし、本実施の形態では、半導体レーザを走査しているため、光検出素子の光スポットもそれに合わせて左右に動く。これによる誤差信号は、半導体レーザの走査に同期して光検出素子を左右に走査することで抑えることができる。また、本実施の形態の光ヘッドを、そのまま追記型光ディスクへの記録および再生に用いることができる。また、透明集光用媒体の第3面(浮上スライダの下面)の光スポット集光部周辺に薄膜コイルを装着し、磁界変調を行うことにより、光磁気媒体を用いての光磁気記録も可能となる。但し、再生の場合には、光の偏波面の回転を偏光解析によって検出して信号を生成するため、偏光ビームスプリッタを非偏光のスプリッタに変え、光検出素子の手前に検光子を配置する必要がある。また、レーザ源として本実施の形態では、端面発光型レーザを用いたが、面発光型レーザ(VCSEL)を用いることも可能である。面発光型レーザの場合、基本モード(TEM<sub>00</sub>)の最大出力は、2mW程度と端面発光型レーザの1/10以下であるが、本実施の形態では従来の光ディスク装置で使用されている光スポット径の数分の1に絞られているため、光密度が1桁以上高くできることから、面発光型半導体レーザでも記録が可能となる。また、面発光型半導体レーザの場合、温度による波長変動が小さく、色収差補正が不要にできる。また、半導体レーザは、本実施の形態では、市販で最も短波長(630nm)の半導体レーザを用いたが、現在開発中のAlGaInN系の青色レーザ(410nm)も、全く同様に用いることができる。この場合、光スポット径は0.15μm以下にすることができ、さらに2倍以上の高密度化が可能となる。また、透明集光用媒体は、本実施の形態では、屈折率1.91の重フリントガラスを用いたが、屈折率は1より大きければ上限はなく、さらに高い屈折率の材料を用いるこ

ともできる。例えば、硫化カドミウムCdS（屈折率2.5）や閃亜鉛鉱ZnS（屈折率2.37）等の結晶性材料を用いてもよい。これにより、光スポット径をさらに2割以上縮小でき、記録密度を5割程度増大することが可能となる。また、光記録媒体としては、凹凸ピットを有する再生専用ディスクや光磁気記録材料や相変換材料を用いた記録・再生用媒体、色素などの光吸収により凹凸ピットを形成して記録を行う追記型媒体等の各種の記録媒体を用いることができる。また、半導体レーザとして端面発光型半導体レーザを用いる場合、活性層が透明集光用媒体の第3面（浮上スライダの下面）に対して平行となるように配置してもよい。

#### 【0055】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によれば、透明集光用媒体の第1面に入射したレーザ光を第2面の外側に形成された反射体で反射して第3面に光スポットを形成するようにしたので、第3面に形成された光スポットから第3面の外側に漏れ出す近接場光を光記録／光再生に利用でき、さらに、透明集光用媒体内部での開口数を大きくできるので、光スポットの微小化を図ることができる。この結果、高記録密度が可能になる。また、対物レンズを用いることなく光を集光できるので、光ヘッドの小型化が図れ、データ転送レートの向上が図れる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る光ヘッドを示す図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態に係る光ヘッドを示す図である。

【図3】本発明の第3の実施の形態に係る光ヘッドを示す図である。

【図4】(a)は本発明の第1の実施の形態に係る光ディスク装置を示す図、(b)は(a)のA-A断面図である。

【図5】図4に示す光ディスク装置で用いた光ディスクの断面図である。

【図6】(a)は図4に示す光ディスク装置で用いた光ヘッドの側面図、(b)はその光ヘッドの平面図である。

【図7】図4に示す光ディスク装置で用いた浮上スライダの裏面図である。

【図8】図4に示す光ディスク装置で用いた半導体レーザ走査部を示す図である。

【図9】図4に示す光ディスク装置におけるトラッキング制御特性を示す図である。

【図10】本発明の第2の実施の形態に係る光ディスク装置を示す図である。

【図11】本発明の第3の実施の形態に係る光ディスク装置を示す図である。

【図12】(a)は図11に示す光ディスク装置で用いた半導体レーザを示す平面図、(b)はその断面図である。

【図13】従来の第1の型の光ヘッドを示す図である。

【図14】従来の第2の型の光ヘッドを示す図である。

【図15】従来の屈折率nとNAの関係を示す図である。

【図16】従来の光ディスク装置を示す図である。

【図17】図16に示す光ディスク装置のSILおよび浮上スライダを示す図である。

【図18】図16に示す光ディスク装置の検出光学系部を示す図である。

【図19】従来の光ヘッドを示す図である。

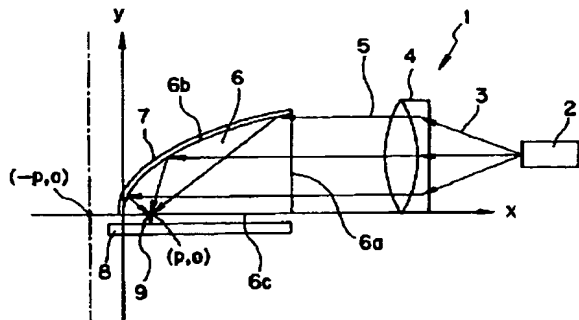
【図20】従来の他の光ディスク装置を示す図である。

#### 【符号の説明】

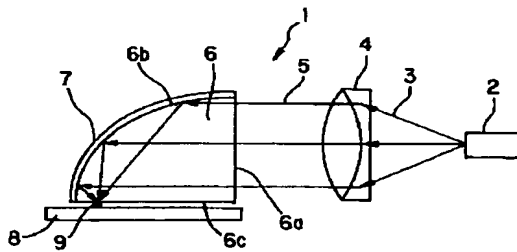
- 1 光ヘッド
- 2 半導体レーザ
- 3 レーザビーム
- 4 コリメータレンズ
- 5 平行ビーム
- 6 透明集光用媒体
- 6 a 第1面
- 6 b 第2面
- 6 c 第3面
- 7 反射膜
- 8 記録媒体
- 9 光スポット
- 10 光ディスク装置
- 11 回転軸
- 12 光ディスク
- 12 a グループ部
- 12 b ランド部
- 13 トラッキング方向
- 14 リニアモータ
- 14 A 固定部
- 14 B 可動コイル
- 15 サスペンション
- 16 光ヘッド駆動系
- 17 信号処理系
- 18 浮上スライダ
- 18 b 溝
- 19 端面発光型半導体レーザ
- 20 圧電素子
- 21 熔融石英板
- 22 偏光ビームスプリッタ
- 23 1/4波長板
- 24 光検出器
- 25 ヘッドケース
- 40 光ディスク
- 41 プラスチック基板
- 42 記録媒体
- 43 回転軸
- 44 サスペンション
- 50 45 回転型リニアモータ

- 4 5 a 可動片
- 4 5 b ヨーク
- 4 5 c 電磁石
- 1 2 1 GeSbTe記録層
- 1 2 2 Al反射膜層
- 1 2 3 SiO<sub>2</sub>層
- 1 2 4 SiN層
- 1 9 0 活性層
- 2 0 0 電極端子
- 2 0 1 電極膜

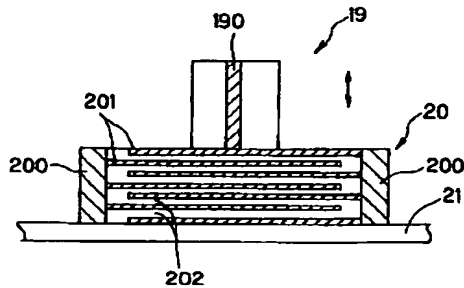
【図 1】



【図 3】



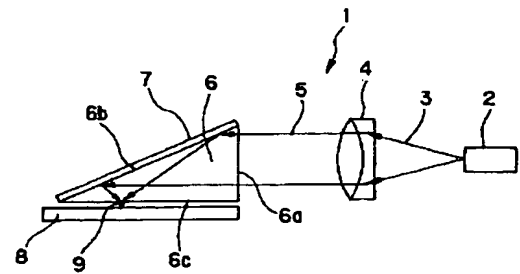
【図 8】



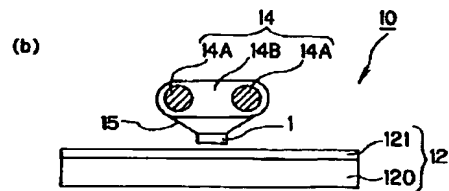
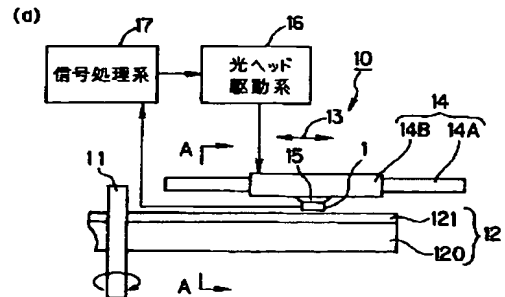
- \* 2 0 2 多層PZT薄膜
- 4 6 0 基板
- 4 6 1 上部電極
- 4 6 1 a 主部電極
- 4 6 1 b 先端部電極
- 4 6 2 下部電極
- 4 6 3 活性層
- 4 6 4 a 発振狭窄部の主部
- 4 6 4 b 発振狭窄部の先端部

\* 10

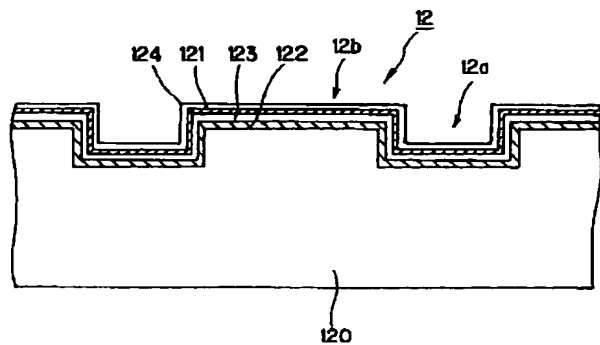
【図 2】



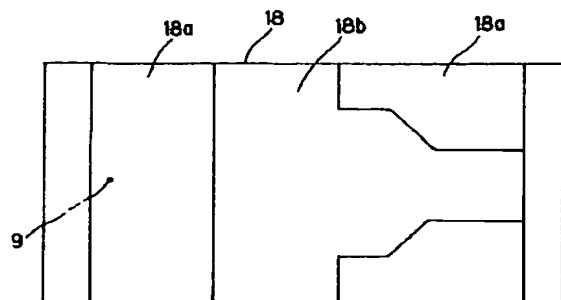
【図 4】



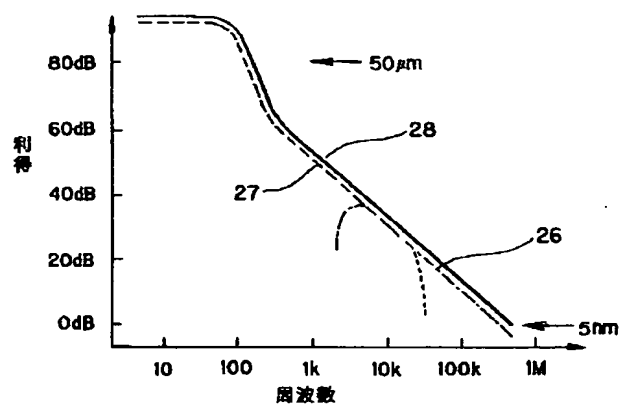
【図 5】



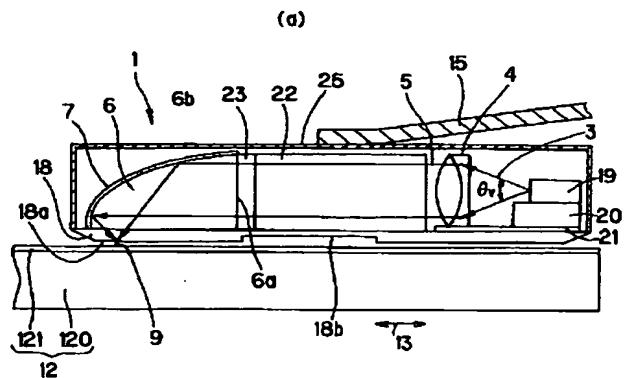
【図 7】



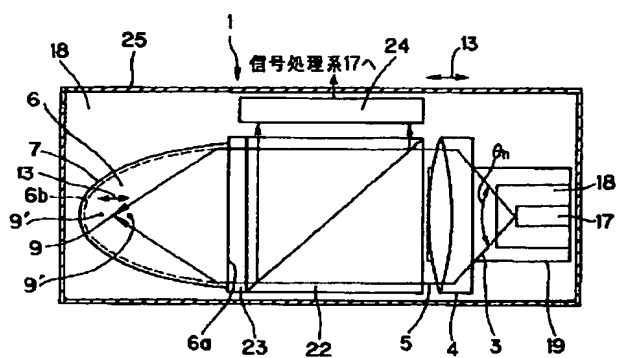
【図 9】



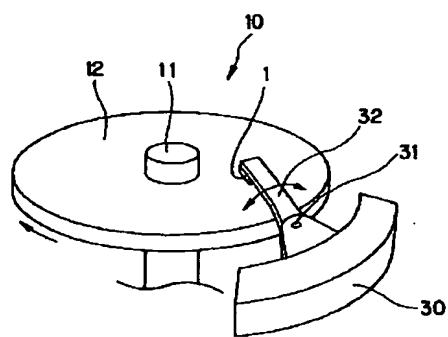
【図 6】



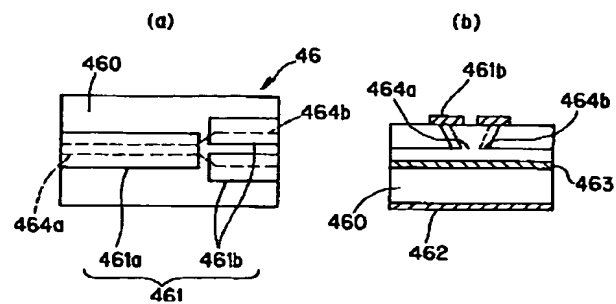
(b)



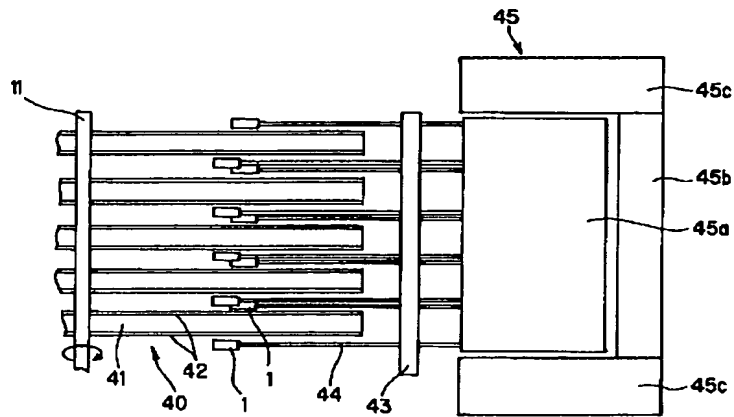
【図 10】



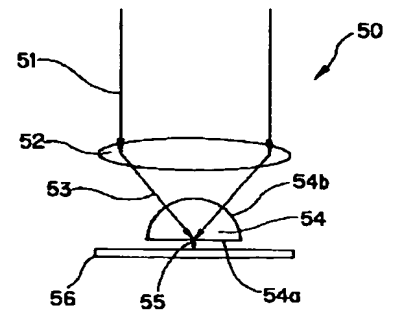
【図 12】



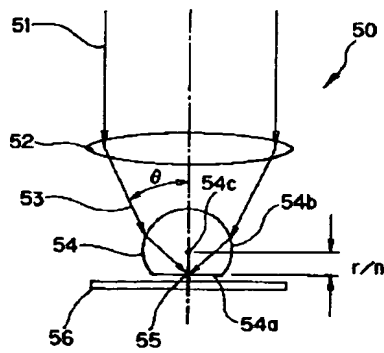
【図11】



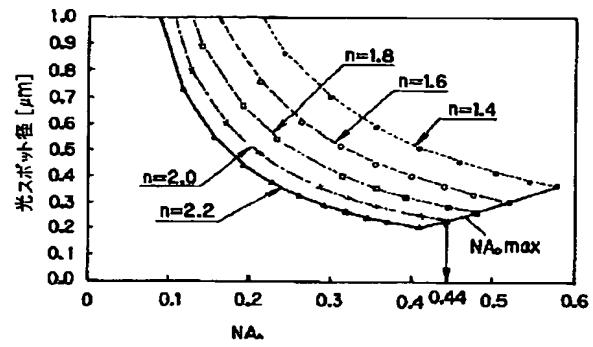
【図13】



【図14】



【図15】



【図16】

